

⑬ 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-181711

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 21 B 37/02

識別記号  
BBH

庁内整理番号  
8015-4E

④ 公開 昭和57年(1982)11月9日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 圧延機の自動圧下率制御方法

⑯ 発明者 宝田正昭

明石市大久保町高丘6の5の18

⑰ 特 願 昭56-66647

⑱ 出 願 人 川崎製鉄株式会社

⑲ 出 願 昭56(1981)5月1日

神戸市中央区北本町通1丁目1

⑳ 発 明 者 相澤均

番28号

神戸市中央区山本通4の25の7

㉑ 代 理 人 弁理士 染川利吉

明 細 書

1. 発明の名称

圧延機の自動圧下率制御方法

2. 特許請求の範囲

(1). 質量流量一定則に基づき圧延機入側の実測板厚と目標圧下率とを用いて出側板厚を演算し、この計算出側板厚、実測入側長さおよび実測出側長さをを用いて入側板厚を予測演算し、この予測入側板厚と実測入側板厚との差をゼロにするように圧下量を制御することを特徴とする圧延機の自動圧下率制御方法。

(2). 計算出側板厚偏差と実測板厚偏差との差を圧延材の一定長さにわたって加算平均し、その値をフィードバック補正量とすることにより前記予測入側板厚の誤差要因を排除することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した圧延機の自動圧下率制御方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、鋼板を一定の圧下率で圧延する場合の自動圧下率制御方法に関する。

鋼板の圧延方向の板厚を一定に制御する方法については種々提案されているが、ある種の圧延材にとつては圧延方向の圧下率を一定にすることを要求される場合がある。圧延材はその用途によつて独自の調圧圧下率が定められており、圧下率は成品の機械的性質その他の特性に大きな影響を与える。例えば無方向性珪素鋼板の調質圧延ではその圧下率が鉄損などの特性に大きく影響する。この圧下率を一定に制御する方法としては、通常の板厚制御における圧延機出側の板厚を測定して圧下量を制御することと同様に、圧下率を検出して目標圧下率に等しくなるようにロール間隔を制御する方法がある。圧下率を測定する方法としては、従来、(イ)板厚計を用いて圧下率を測定する、(ロ)デフレクタロールによる板長さまたは板速度からの伸び率を測定する、などの方法があるが、上記(イ)による制御では圧下位置と板厚計の設置位置とが離れており、その間の圧延材の走行による時間遅れがあるため制御性が低下する。また(ロ)による制御ではデフレクタロールと鋼板とのスリップ、ロ

ール径の差などによる誤差が生じて正しい伸び率の測定ができず、しかも圧延中にこれらを補正することは難しく、また入側板厚の情報が無いので入側板厚変化という外乱に対して制御性が悪いばかりでなく、はなはだしい場合には板切れなどの事故をひき起す危険がある。圧下率制御にはそのほか、アキュムレータや弾性の低いロールを使うことによつて一定圧下力で圧延し定圧下率にしようとするものもあるが、特に多段ロール配置の圧延機においては摩擦やガタによるヒステリシスがあるため、これによつて一定圧下率にすることは難しい。

本発明は、圧延材の質量流量一定則に基づき圧下量を予測することにより上述した不具合をなくし高精度で安定した定圧下率圧延を行ない得る圧延機の自動圧下率制御方法を提供することを目的とする。

質量流量一定則とは、単位時間に圧延機に流入する質量と流出する質量とは一定であるという原理であり、次式で示される。

- 3 -

$$Q_{ic} = \frac{L_0}{L_i} (Q_{os} + \Delta Q_i (1-r)) \dots \dots \dots (5)$$

(5)式は、圧下率 $r$ 、出側の設定板厚 $Q_{os}$ 、入側の板厚偏差 $\Delta Q_i$ と入側の板長さ $L_i$ 、出側の板長さ $L_0$ から入側の予測板厚が求まることを示している。したがつて実測入側板厚と上述の予測入側板厚と比較しその差つまり圧下量 $\Delta x$ を常に零にするように制御する。

入側板厚偏差 $\Delta Q_i$ は、作業ロール入側に設けた板厚計によつて入側板厚を実測するが、板厚計と作業ロール間には或る一定の距離がおかれているためその間の移動距離を考慮し、板厚の検出信号を処理して常に作業ロールで圧延される直前の値を用いるようにする。これによつて次の圧下位置が確実に予測できるようになり、適応性が高く、しかも高精度の圧下率制御が可能となる。

これに対し、板長さの計測は、後述する実施例のように圧延材に接触させたタッチロールの回転軸に取付けられるパルス発信器で行なうと、圧延機の入側、出側でのタッチロール後の製作上の差

- 5 -

$$\rho_i V_i = \rho_i b_i Q_i \frac{L_i}{\Delta t} = \rho_0 b_0 Q_0 \frac{L_0}{\Delta t} = \rho_0 V_0 \dots \dots (1)$$

ここで $\rho$ は密度、 $b$ は板巾、 $Q$ は板厚、 $L$ は厚長さ、 $\Delta t$ は単位時間、 $V$ は体積であつて、これらの記号における添字 $i$ 、 $0$ は、それぞれ圧延機の入側、出側を示している。

材料の密度や板巾は圧延前後で変わらないとすると(1)式から入側板厚予測値 $Q_{ic}$ は

$$Q_{ic} = \frac{L_0}{L_i} Q_0 \dots \dots \dots (2)$$

として求まる。入側の板厚 $Q_i$ を設定値 $Q_{is}$

と、偏差値 $\Delta Q_i$ (設定値と実測値との差)とに分け、

$$Q_i = Q_{is} + \Delta Q_i \dots \dots (3)$$

とおくと、目標圧下率 $r$ で圧延された場合、出側の予測板厚 $Q_0$ は、

$$Q_0 = Q_{os} + \Delta Q_0 = Q_{os} + \Delta Q_i (1-r) \dots \dots (4)$$

予測入側板厚 $Q_{ic}$ は、(2)式に(4)式を代入して

- 4 -

や熱膨張による変化あるいは(2)式を導く際に無視した板巾の変化等が誤差要因となり、厳密には(2)式が成立しなくなり、目標とする圧下率が得られなくなる場合もでてくる。本発明の一実施例によれば、このような誤差を避けるため、出側板厚偏差を用いてフィードバック補正を行なう。即ち、入側偏差から計算出側板厚偏差を $\Delta Q_i (1-r)$ として求め、これを実測出側偏差 $\Delta Q_0$ と比較してその差を上記要因に基づく定常的な制御外乱に対する補正值とする。ただし1サンプリング毎での比較では予測制御ループと干渉するため、複数回の $n$ サンプリング毎に次式の補正值 $\sigma$ を求め、(7)式の形で補正する。

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta Q_0 - \sum_{j=1}^n \Delta Q_i (1-r)}{n} \dots \dots \dots (6)$$

$$Q_{ic} = \frac{L_0}{L_i} (Q_{os} + \Delta Q_i (1-r)) + \sigma \dots \dots \dots (7)$$

なお、質量流量一定則により、予測出側板長さ $L_{oc}$ を実測入側板長さ $L_i$ から求め、これを基準

- 6 -

にすることもできるが、出側板長さは入側板長さに比し圧下の作用により変動が生ずるおそれがあり、長さを基準に採用することは不安定であり、また、予測出側板長さ  $L_{oc}$  と実測出側板長さ  $L_o$  との差によつて圧下量を制御することはフィードバック制御となり、制御遅れを生ずる欠点がある。したがつて本発明では板厚を基準にとり、上述したように(5)式を用いて予測入側板厚  $Q_{ic}$  を求め、これと実測入側板厚  $Q_i$  との差により圧下量  $4x$  を制御する。そしてこのようなフィードフォワード制御による誤差は出側板厚偏差でフィードバック補正を行なうようにしたものである。

以下、本発明を、図面を参照しながら、実施例について具体的に説明する。

第1図はリバーシブル圧延機に本発明を適用した場合の自動圧下率制御系統を示した図である。前述したように本発明は、質量流量一定則に基いて圧延機入側の実測板厚  $Q_i$  と目標圧下率  $r$  とを用いて前記(4)式により出側板厚  $Q_{oc}$  を演算し、この計算出側板厚  $Q_{oc}$ 、実測入側長さ  $L_i$  および実

- 7 -

差記憶回路40に記憶される。記憶された入側偏差  $4Q_i$  はカウンタ3の出力によつて次々とシフトされ、これによつて前記記憶回路40からは常に圧下位置直前の入側偏差が圧下量演算回路50に入力される。

目標圧下率  $r$  は、オペレータが設定した入側、出側の基準板厚信号6、7を用いて演算回路30で演算された後、圧下量演算回路50に定数として入力される。

実測出側長さ  $L_o$  は、圧延機10の出側のデフレクタロール22と接触するタッチロールのパルス発信機2で検出され、カウンタ4を経てデジタルまたはアナログ信号24として圧下量演算回路50に入力される。圧下量演算回路50では、前述した入側の諸情報、即ち実測入側板厚  $Q_i$ 、 $4Q_i$ 、実測入側長さ  $L_i$  および目標圧下率  $r$  を用いて入側パルス発信器1のサンプリングピッチ毎に前記(5)式により予測入側板厚  $Q_{ic}$  が演算され、この  $Q_{ic}$  と前記実測入側板厚  $Q_i$  と差信号  $4x$  が油圧圧下サーボ機構70に出力される。電油式サーボ弁

- 9 -

側出側長さ  $L_o$  を用いて前記(5)式により入側板厚  $Q_{ic}$  を予測演算し、この予測板厚  $Q_{ic}$  と実測入側板厚  $Q_i$  との差  $4x$  をゼロにするように圧下量  $4x$  を制御するものである。(4)式、(5)式で演算するための実測入側板厚  $Q_i$  及び実測入側長さ  $L_i$  は次のようにして得る。

まず、実測入側長さ  $L_i$  は、圧延機10の前方のデフレクタロール21の中心上に設置されたタッチロールの回転数をパルス発信機1で検出してパルスに変換し、カウンタ3で計数する。このときのデジタルまたはアナログ信号23は圧下量演算回路50に inputs する。ここでデフレクタロール21の回転軸から直接測定しなかつたのは、デフレクタロールは慣性や軸受の摩擦等が大きく圧延材5とのスリップが避けられないため慣性力の小さいタッチロール方式を採用したものである。

次に、実測入側板厚は、デフレクタロール21と圧下位置との間に配置された板厚計11で測定し、板厚偏差出力回路13で入側板厚の設定値6と比較してその入側板厚偏差  $4Q_i$  の信号を入側偏

- 8 -

差信号  $4x$  を常に零にするように油圧圧下シリンダ72の圧下動作を制御する。電油サーボ系のような高応答性を有する圧下機構とすることにより高精度高応答の圧下位置制御がなされる。

次に、入側、出側のタッチロール径の差、あるいは圧延材の巾広がりなどの影響に基づく圧下率の誤差を補正するためのフィードバック機構について説明する。出側板厚計12による実測出側板厚  $Q_o$  と出側板厚の設定値7とから板厚偏差出力回路14で実測板厚偏差  $4Q_o$  を得、この  $4Q_o$  と計算した出側偏差  $4Q_i(1-r)$  との差を適当な回数  $n$  だけ補正值演算回路60で加算しておき、 $n$  回になつたときに(6)式にしたがつて  $n$  回の平均をとつて補正值  $0$  を出し、圧下量演算回路に出力する。圧下量演算回路50では(7)式にしたがつて計算出側長さ  $L_{oc}$  を補正する。

80、81はそれぞれ圧下率の記録計、指示計である。圧下率は通常  $(Q_i - Q_o)/Q_i$  で示されるが、板厚計の位置が圧下位置から離れているため真の

- 10 -

圧下率を求めるには出側の板厚計12に圧延材が到達するまで待つ必要がある。したがって圧下率の表示として板厚を用いると機構が複雑になるので、(2)式を利用して圧下率を $(L_0 - L_i) / L_i$ の形で表わし、実測長さをそのまま演算すれば圧下率が得られることとなり都合がよい。各演算回路30、50、60あるいは記憶回路40は、図示実施例のようにアナログまたはデジタル回路でも構成できるが、計算機システムで構成してもよい。

第2図は本発明を適用した場合の時間-板厚チャートである。第2図の例はテストコイルを±10 μm程度の台形状の板厚にしたものを圧下率圧延した例であるが、Aで示す出側板厚変化がBの入側板厚変化に追従している様子がよくわかる。またこのときの圧下率記録では、目標値9%に対して±0.5～1.0%以内に圧延されていることがわかる。

上述の如く、本発明によれば、質量流量一定則に基づき、入側長さ、入側板厚および目標圧下率から出側板長さを計算し、実測出側板長さと比較

して圧下量を制御することにより、次のような利点を有する。

- (イ) フィードフォワード制御方式により圧延材の移動距離による時間遅れがない。
- (ロ) 入側板厚を含めて演算するため、入側板厚に充分応答する。
- (ハ) 板長さの測定にタッチロール方式を採用しているため圧延材とのスリップがなく、また出入側タッチロール径の差などの誤差要因を容易に補正することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

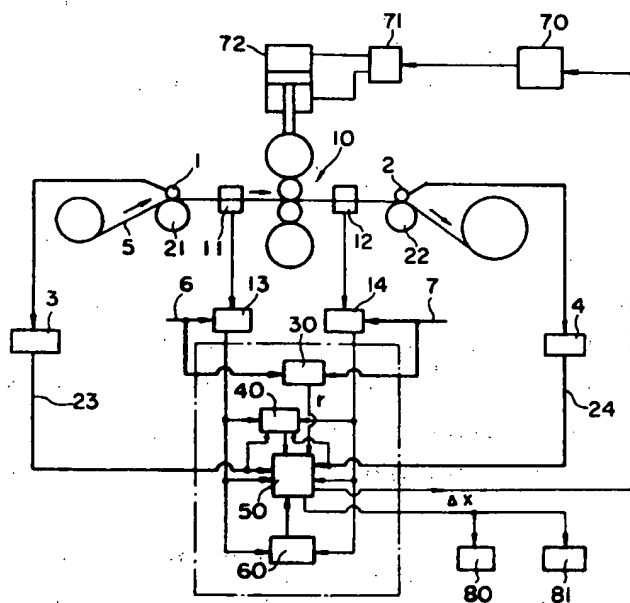
第1図は本発明を実施する場合の圧下率制御系統を示した図、第2図は本発明を適用した場合の時間-板厚偏差を示した図である。

1, 2…パルス発信器、3, 4…カウンタ、5…圧延材、10…圧延機、11, 12…板厚計、13, 14…板厚偏差出力回路、30…目標圧下率演算回路、40…入側偏差記憶回路、50…圧下量演算回路、60…補正值演算回路。

代理人 弁理士 柴 川 利 吉

-11-

第1図



第2図

